

**VŠB-Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta elektrotechniky a informatiky**  
**Katedra elektroenergetiky**

**Náhradní napájení shazovacího vozu pomocí diesselagregátu**  
**Diesel Generator for Substitute Supply of Tripper car**

2012

JIŘÍ JELÍNEK

## Zadání bakalářské práce

Student:

**Jiří Jelínek**

Studijní program:

B2649 Elektrotechnika

Studijní obor:

3907R001 Elektroenergetika

Téma:

Náhradní napájení shazovacího vozu pomocí diesselagregátu  
Diesel Generator for Substitute Supply of Tripper Car

Zásady pro vypracování:

Problematika napájení na povrchových dolech

Diesselagregáty

Popis zapojení shazovacího vozu a analýza spotřeb

Možnosti technického řešení náhradního napájení shazovacího vozu

Power Supply in the Surface Mines

Diessel Generators

Tripper Car Wiring and Analysis of Consumption

Technical Solutions for Substitute Supply of Tripper Car

Seznam doporučené odborné literatury:

- 1 . Hradílek Z.: Elektroenergetika distribučních a průmyslových sítí, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2008
- 2 . Neborák I., Sládeček V.: Elektrické pohony, VŠB - Technická univerzita Ostrava, Ostrava, 2004
- 3 . Dočekal A., Bouček S.: Elektrárny II , ČVUT, Praha, 1995
- 4 . Normy ČSN
- 5 . Další literatura podle pokynů vedoucího bakalářské práce

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Tadeusz Sikora, Ph.D.**

Datum zadání: 30.11.2011

Datum odevzdání: 04.05.2012

prof. Ing. Stanislav Rusek, CSc.  
vedoucí katedry

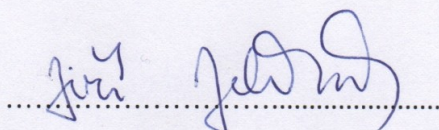


prof. RNDr. Václav Snášel, CSc.  
děkan fakulty



## Prohlášení

„Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracoval samostatně. Uvedl jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpal.“

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Jiri Jelínek', is written over a horizontal dotted line.

Jiří Jelínek

Datum odevzdání : 4.5.2012

## Poděkování

Touto cestou bych rád poděkoval panu Ing. Sikorovi Ph.D. za odborný dohled a cenné připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

## **Abstrakt**

Cílem bakalářské práce je řešení problematiky náhradního napájení shazovacího vozu, jakožto samostatného zařízení technologického celku na povrchových dolech. Bakalářská práce seznamuje s napájením shazovacího vozu při běžném provozu, s různými způsoby náhradního napájení využívané při přestavbách dálkových pasových dopravníků a konečným řešením náhradního napájení pomocí dieselagregátu.

## **Klíčová slova**

shazovací vůz, náhradní napájení, dieselagregát

## **Abstract**

The aim of this Bachelor thesis is dealing with replacement power of tripper cars a separate production facilities in the whole for surface mines. Bachelor thesis will introduce the power of tripper car during normal operation, with various alternative method soft power conversion then used long distance belt conveyors and final solution of the replacement power supply using a diesel generator.

## **Key words**

Tripper car, replacement power, diesel generator

## Seznam použitých zkratek

$\cos \varphi$	Účíník	( - )
$\cos \varphi_Z$	Účíník při rozběhu	( - )
$I_N$	Jmenovitý proud	(A)
$I_Z$	Záběrný proud	(A)
P	Příkon	(W)
$P_{\text{dyn}}$	Příkon při rozběhu	(W)
$P_N$	Jmenovitý příkon	(W)
$P_{\text{MAX}}$	Maximální výkon	(W)
$S_N$	Zdánlivý výkon	(VA)
$U_N$	Jmenovité napětí	(V)
DPD	Dálkový pasový dopravník	
SVH	Shazovací vůz housenicový	
VSS	Výkonová spínací stanice	
VN	Vysoké napětí	
TSN	Transformátorová stanice napájecí	
TR	Transformátorová rozvodna	

# Obsah

Úvod .....	1
1. Problematika napájení povrchových dolů .....	2
1.1 Napájení povrchového dolu Bílina .....	2
1.2 Technické parametry shazovacího vozu SVH 2250 .....	2
1.2.1 Hlavní části shazovacího vozu SVH 2250 .....	4
1.3 Napájení shazovacího vozu SVH 2250 .....	4
2. Dieselagregáty .....	10
2.1 Popis dieselagregátu .....	10
2.2 Teoretický výpočet dieselagregátu .....	10
2.3 Rozdělení agregátů .....	12
2.4 Využití agregátů .....	12
2.5 Využití agregátů na povrchových dolech .....	12
3. Popis zapojení shazovacího vozu a analýza spotřeb .....	13
3.1 Celkový popis rozvodu elektrické energie na shazovacím voze .....	13
3.2 Popis zapojení pohonů pojezdu a natáčení podvozků shazovacího vozu .....	14
3.3 Analýza spotřeb pojezdu shazovacího vozu .....	16
4. Možnosti technického řešení náhradního napájení shazovacího vozu .....	21
4.1 Náhradní napájení pomocí kabelového vozu .....	21
4.1.1 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí kabelového vozu .....	21
4.2 Náhradní napájení pomocí vlečného kabelu 6 kV .....	22
4.2.1 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí vlečného kabelu 6 kV .....	22
4.3 Náhradní napájení pomocí dieselagregátu .....	22
4.3.1 Volba dieselagregátu .....	22
4.3.2 Popis dieselagregátu GEP 550 – 2 .....	23
4.3.3 Montáž a připojení dieselagregátu na stávající rozvod shazovacího vozu .....	25
4.3.4 Postup při zprovoznění náhradního napájení z dieselagregátu .....	27
4.3.5 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí dieselagregátu .....	28
4.4 Porovnání jednotlivých variant náhradního napájení shazovacího vozu .....	28

Závěr .....	30
Seznam použité literatury .....	31
Elektronické zdroje .....	31
Seznam obrázků .....	32
Seznam grafů .....	32
Seznam tabulek .....	32

# Úvod

Povrchový důl Bílina se nachází v severozápadních Čechách na úpatí Krušných hor. Uhlerná sloj se zde nachází v hloubce cca 150 m. Povrchový důl se skládá ze skrývkové části a z lomové části. Skrývková část zajišťuje odtěžení nadložní zeminy, lomová část se zabývá vytěžením uhelného ložiska. Z důvodů značné hloubky uložení uhelného ložiska se skrývková část dělí na 5 technologických celků. Schopnost jednoho technologického celku skrývkové části je odkryt asi 30 m výšky nadložní zeminy.

Technologický celek se skládá z dobývacího velkstroje různých typů (KU 800, K 10 000, K 2000 a dnes již také nejnovějším KK 1300), z dálkové pasové dopravy skládající se z několika pasových dopravníků navazujících na sebe, shazovacího vozu a zakladače. Dálkové pasové dopravníky jsou poháněny stanicemi DPD, zakladač slouží k zakládání vytěženého nadloží na výsypku. Shazovací vůz je nedílnou součástí technologického celku a slouží k přemístění vytěžené nadložní zeminy z pasového dopravníku na zakladač.

Na pasových dopravnících dálkové pasové dopravy dochází k častým přestavbám (týká se hlavně pasových dopravníků na dobývací straně a pasového dopravníku u zakladače). Při těchto přestavbách musí shazovací vůz vyjet ze středních dílů pasového dopravníku mimo novou trasu přestavovaného dopravníku. Jedná se o vzdálenosti okolo kilometru. To se neobejde bez odpojení shazovacího vozu od původního napájení.

Tato bakalářská práce popisuje způsoby náhradního napájení shazovacího vozu při přestavbách pasového dopravníku včetně montáže dieselagregátu jako konečného řešení náhradního napájení. Jedná se hlavně o napájení pojezdů shazovacího vozu, neboť při přestavbách je technologický celek odstaven a vynášecí pas (pohon 6 kV) shazovacího vozu je mimo provoz. Pro transport shazovacího vozu tak nepotřebujeme napětí 6 kV.



# **1. Problematika napájení povrchových dolů**

## **1.1 Napájení povrchového dolu Bílina**

Povrchový uhelný důl Bílina je napájen volným vedením 110 kV z rozvodny Chotějovice, které je přivedeno do trafostanice TR 1, nacházející se na pozemku povrchového dolu Bílina. V trafostanici TR1 jsou 3 transformátory 110/35 kV. Transformátory 110/35 kV mají výkon 40 MVA. Z nich jsou volným vedením napájeny jednotlivé VSS a TSN stanice. VSS stanice obsahují jak kobky s nezbytným měřením, tak kobky s VN vypínači, které slouží již jako vývody pro některé velkostroje a stanice dálkové pasové dopravy, jejichž přívod je 35 kV. Napájení těchto velkostrojů a stanic DPD je řešeno pomocí vlečných kabelů 35 kV. TSN stanice mají transformátor 35/6 kV o výkonu 10 MVA. Obsahují 4 vývody sloužící k napájení velkostrojů, stanic DPD a čerpacích stanic, jejichž přívod je 6 kV. Propojení jednotlivých koncových zařízení s vývodem v TSN je řešeno vlečnými kabely 6 kV.

V trafostanici TR1 je dále umístěno 5 transformátorů 35/6 kV, z toho dva transformátory mají výkon 10 MVA a slouží k napájení kompenzačních baterií a tři mají výkon 6,3 MVA a slouží pro vlastní spotřebu, napájení technických budov, dílen, atd.

## **1.2 Technické parametry shazovacího vozu SVH 2250**

Shazovací vůz je nedílnou a samostatnou součástí technologického celku. Do konce 80. let byly na dolech Bílina nasazeny na jednotlivých řezech pouze kolejové shazovací vozy. Kolejový shazovací vůz měl 12 poháněných podvozků. Pohyboval se po kolejnicích, které byly položeny podél celého pasového dopravníku, z kterého právě zakladač zakládal vytěženou nadložní zeminu na výsypku. Při přestavbě pasového dopravníku bylo třeba vystavět novou kolejovou trasu až k místu nového nasazení shazovacího vozu. Provádět takovou přestavbu bylo technicky velmi náročné a přestavba pasového dopravníku trvala několik dní. V zimních měsících docházelo vlivem mrazů k lomu kolejnic. Proto byly kolejové shazovací vozy postupně nahrazeny housenicovými shazovacími vozy typu SVH 1800 a SVH 2250. Kolejové shazovací vozy se dnes na dole Bílina nacházejí již jen na některých uhelných řezech povrchového dolu Bílina. Na všech skrývkových řezech jsou dnes nasazeny housenicové shazovací vozy.

Jelikož tato bakalářská práce se bude zabývat náhradním napájením konkrétního shazovacího vozu typu SVH 2250, uvedu některé technické parametry tohoto zařízení.

### Technické parametry SVH 2250:[3]

Celková hmotnost	810 t
Teoretický dopravní výkon	10 000 m <sup>3</sup> /hod
Napájení	6 kV, 50 Hz
Celkový instalovaný výkon	1070 kW
Systém pojezdu	4 housenicové podvozky
Rychlost pojezdu	0,1 m/s
Rychlost vynášecího pásu	5,7 m/s



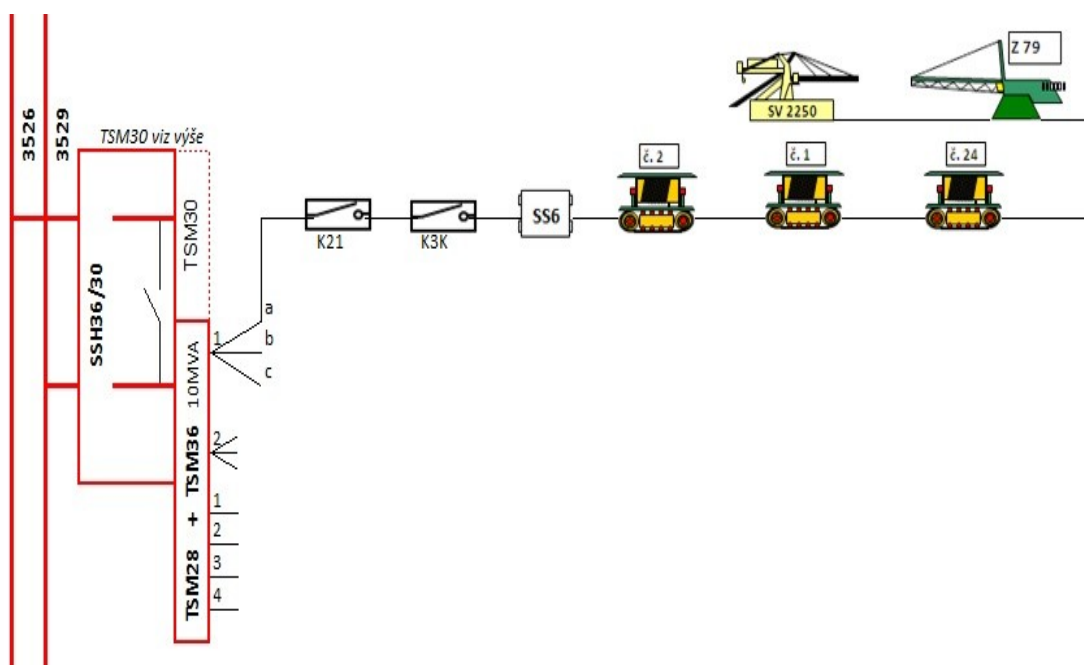
Obr. 1 Celkový pohled na shazovací vůz typu SVH 2250 (1- náběžníková část, 2- hlavní smyčková část, 3- vynášecí pásek s protizávažím, 4- housenicové podvozky)

### 1.2.1 Hlavní části shazovacího vozu SVH 2250

Konstrukčně lze shazovací vůz rozdělit na několik částí. Jedná se o náběžníkovou část, jejíž součástí je kabina obsluhy, hlavní smyčkovou část s oběma rozvodnami a s dieselaagregátem, vynášecí pásek s protizávažím a čtyři housenicové podvozky shazovacího vozu. Tok vytěženého materiálu je z DPD usměrněn na vynášecí pásek shazovacího vozu pomocí středního přesypu.[3]

## 1.3 Napájení shazovacího vozu SVH 2250

Povrchový důl je rozsáhlé pracoviště, kde se nachází mnoho různých typů zařízení, která jsou na napětí 6 kV nebo 35 kV. To vyžaduje velký počet napájecích míst. Pro přehlednost a také z důvodu bezpečnosti jsou všechna zařízení zakreslena do blokových schémat. Každé zařízení má svou značku a z blokového schéma musí být zřetelně jasné, jak je napájeno. Každé blokové schéma musí mít číslo linky, číslo TSN stanice a číslo vývodu pro dané zařízení. Musí být také patrné, jak je vytvořena napájecí trasa pro dané zařízení (zda jsou v trase kiosky s vypínači nebo odpojovači, přesný počet propojovacích skříní 6 kV nebo 35 kV, kolik je nasazeno v trase kabelových vozů). Bloková schémata jsou uložena v počítačové síti a každou změnu napájení musí příslušný elektromechanik daného zařízení ve schématu zaznamenat. Aktuální schéma musí být k dispozici na každém zařízení pro provozní elektrikáře.



Obr. 2 Blokové schéma napájení základací části technologického celku [1]

Na obr. 2 je blokové schéma napájení popisovaného shazovacího vozu SVH 2250. SVH 2250 je napájen z linky č. 3529, z TSN stanice č. 36 a z jejího vývodu č. 1. Jelikož je

shazovací vůz SVH 2250 zároveň součástí zakladače Z 79 (ovládání pohybů je z důvodů technologie zakládání těžené zeminy řešeno obsluhou ze zakladače), využívá se k napájení shazovacího vozu společný přívod 6 kV z kabelového vozu č. 24 jak pro zakladač, tak pro shazovací vůz. Přívod 6 kV na kabelový vůz je řešen jeho vlastním kabelem 6 kV přes další dva kabelové vozy č. 1 a č. 2. Kabelový vůz č. 2 je připojen v propojovací skříni typu SS 6, která slouží k případnému přefázování přívodního napětí pro zakladač a shazovací vůz nebo k případnému měření (například při vyhledávání zemního spojení na napájecí trase). Propojovací skříň SS 6 je připojena ke kiosku K3K, který obsahuje vypínač 6 kV a odpojovač 6 kV se zemnicími noži. Kiosek K3K je propojen kabelem 6 kV z další skříně K21 obsahující odpojovač s uzemňovačem. Kiosek K3K slouží k silovému zajištění pro práce na vysokém napětí na zakladači, shazovacím voze, případně na kabelových vozech. Kiosek K21 je s vývodem č. 1 stanice TSM č. 36 propojen vlečným kabelem 6 kV, který je navěšen na hácích středních dílů dálkových pasových dopravníků. Vzdálenost mezi připojovací skříní 6 kV a koncovým zařízením (zakladač a shazovací vůz) může být až několik kilometrů a je řešena pomocí kabelového vozu, v tomto případě třech kabelových vozů.[1] Kabelový vůz je tedy technické zařízení, které slouží k napájení 6 kV jednotlivých koncových zařízení na povrchovém dole.



Obr. 3 Kabelový vůz 6 kV



### **Hlavní části kabelového vozu:**

- housenicový podvozek
- pohony pojezdu
- kabelový buben
- pohon otáčení kabelového bubnu
- kroužková komora
- řádkovač kabelu
- kabina obsluhy
- dieselagregát nebo trafo vlastní spotřeby

Na bubnu kabelového vozu je navinuto až 1500 m kabelu 6 kV. Při pojezdu kabelového vozu je pohonem otáčení kabelového bubnu kabel 6 kV navíjen případně odvíjen v závislosti na směru pojezdu kabelového vozu. K přesnému ukládání jednotlivých smyček kabelu slouží řádkovač. Napájení kabelového vozu je zajištěno kabelem 500 V o průřezu  $4 \times 10 \text{ mm}^2$ , který je připojen do venkovní zásuvky 500 V, 63 A umístěné na konstrukci zakladače.

Pro případný transport kabelového vozu se používá dieselagregát nebo trafo vlastní spotřeby. Kabelový vůz tedy není zařízení, které ke svému provozu potřebuje přívod 6 kV. Slouží k zajištění pohyblivosti přívodu 6 kV pro zakladač a pro shazovací vůz, neboť technologie zakládání vytěžené nadložní zeminy vyžaduje přesun zakladače a s ním i shazovacího vozu několikrát za den podle množství zakládaného materiálu vytěženého dobývacím velkstrojem, podle prostoru, kam je těžený materiál zakládán a podle tvaru zakládané výsyvky.

Na povrchovém dole Bílina jsou také velkstroje, které pro svůj provoz potřebují přívodní napětí 35 kV. Napájecí trasa je u takových velkstrojů zajištěna pomocí kabelových vozů 35 kV. Ty se skládají ze stejných částí jako kabelové vozy 6 kV. Jejich konstrukce je však adekvátně zesílena z důvodu větší hmotnosti převáženého kabelu 35 kV. Také pojezd těchto kabelových vozů je osazen motory s větším jmenovitým výkonem proti kabelovým vozům 6 kV. Motory pojezdu kabelového vozu 6 kV mají jmenovitý výkon 30 kW, motory pojezdu kabelových vozů 35 kV mají jmenovitý výkon 40 kW.

Pokud je vzdálenost koncového zařízení (zakladač a shazovací vůz) delší jak 1500 m, řeší se sériovým zapojením několika kabelových vozů.



Obr. 4 Sériově zapojené kabelové vozy

Přívodní napájení shazovacího vozu je tedy 6 kV a je řešeno paralelním připojením k přívodní skříni 6 kV, umístěné na zakladači. Na shazovací vůz je přívodní napětí vedeno kabelovým prověsem, v kterém jsou umístěny ovládací kabely sloužící k ovládání pohybů shazovacího vozu ze zakladače (pojezd shazovacího vozu, otoč vynášecího pásku, zdvih vynášecího pásku, regulace pasu, ovládání štítů), k přenosu vazby mezi zakladačem a shazovacím vozem a ke komunikaci mezi osádkou zakladače a obsluhou shazovacího vozu a 2 přívodní napájecí kabely 6 kV typu CHCU o průřezu  $3 \times 50 \text{ mm}^2 + 3 \times 16 \text{ mm}^2$  připojené v přívodní skříni 6 kV umístěné na konstrukci vynášecího pásku shazovacího vozu. Dva přívodní kabely jsou zde jednak proto, aby byl dodržen dostatečný průřez a také z důvodu vyvážení kabelového prověsu, aby nedocházelo k přetáčení prověsu. Koncovky kabelů jsou v připojovacích skříních paralelně spojeny.[4]



Obr. 5 Napájení shazovacího vozu ze zakladače pomocí kabelového prověsu

Z připojovací skříně je napětí 6 kV vedeno již jen jedním kabelem 6 kV typu CHCU o průřezu  $3 \times 90 \text{ mm}^2 + 3 \times 16 \text{ mm}^2$  do odpojovací skříně, ve které je umístěn trojpolový odpínač 12 kV, 400 A, s mžikovým zapínáním a vypínáním, s pojistkovou nástavbou (3 kusy pojistek CEF 3,6/7,2 kV, 200 A a s uzemňovačem. Odpínač má mechanické blokování a ruční pákový pohon se zamykáním. Ovládací kabely, kabely pro přenos vazby a kabel pro komunikaci mezi zakladačem a shazovacím vozem jsou ukončeny v připojovací skříně umístěné na konstrukci vynášecího pásu a dál vedeny po kabelových lávkách do rozvodny na shazovacím voze.[4]

Na každém pojezdu (na jeho konstrukci) je umístěna připojovací skříň 6 kV pro případné náhradní napojení shazovacího vozu vlečným kabelem 6 kV.



Obr. 6 Připojovací skříň 6 kV pro připojení náhradního napájení pomocí kabelu 6 kV

Všechny přívodní skříně umístěné na podvozcích včetně připojovací skříně na konstrukci vynášecího pásu jsou paralelně propojeny a napětí 6kV je přivedeno na silový transformátor a ovládací transformátor, které jsou umístěné v rozvodně na shazovacím voze. Odtud jsou jednotlivá napětí (500 V, 220 V ovládacích, 220 V silových) rozvedena do jednotlivých polí v rozvodně.



## 2. Dieselagregáty

### 2.1 Popis dieselagregátu

Typickým příkladem, jak vyřešit problém náhradního napájení, je použití dieselgenerátoru. Dieselagregáty jsou zdrojem střídavého napětí různé velikosti, od jednofázových 220V, až po trojfázových 500 V s účinnkem  $\cos \varphi$  od 0,8.

Konstrukčně se jedná o zařízení složené ze dvou celků: spalovacího motoru a synchronního generátoru. Tyto motory v případě napětí o frekvenci 50 Hz mají nejčastěji otáčky regulovány na hodnotu 1500 otáček za minutu. Zpravidla se tedy jedná o 4- pólové synchronní stroje. Generátory přeměňují energii z rotačního pohybu hnacího stroje na energii elektrickou pomocí magnetické indukce. Rotující magnetické pole indukuje ve vinutí cívky statoru střídavý elektrický proud. V tomto případě se jedná o proud jednofázový. Často však bývají ve statoru tři sady statorového vinutí, které jsou umístěny v odlišných polohách. Točící se magnetické pole rotoru pak generuje ve statorovém vinutí tři fáze elektrického proudu posunuté o jednu třetinu periody.

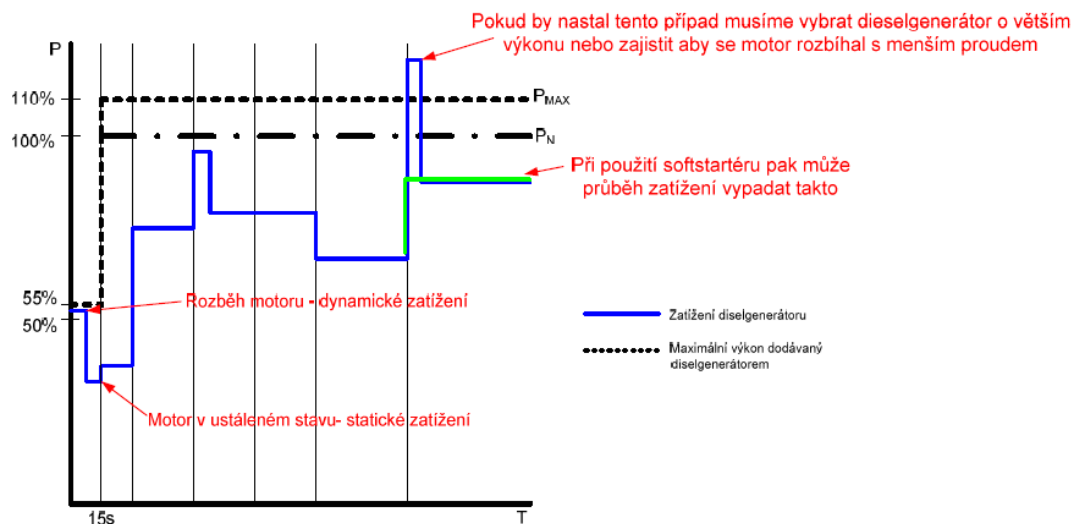
Doba, za kterou je soustrojí schopné dodávat plný výkon, závisí na tom, jakým způsobem je proveden start dieselagregátu a jedná se o dobu náběhu. V praxi se používají dva způsoby startu a to tzv. vzduchový nebo bateriový. U startu vzduchového je zařízení uvedeno do chodu pomocí stlačeného vzduchu, který roztočí soustrojí. Při startu pomocí stlačeného vzduchu se soustrojí dostane rychleji na požadované otáčky a je schopno převzít zatížení zpravidla do 10 s. Bateriový start je klasický. Soustrojí je uvedeno do chodu pomocí startéru napájeného z baterie. V tomto případě je zapotřebí delšího časového intervalu, než se zařízení dostane na požadované otáčky oproti startu vzduchovému. Při startu pomocí baterie a startéru je soustrojí schopno převzít zatížení a najet na plný výkon zpravidla do 15 s.[7]

Na povrchových dolech se používá výhradně start pomocí baterie a startéru, neboť se zde neklade důraz na rychlost najetí dieselagregátů na plný výkon. Dieselagregáty se zde používají jako zdroje náhradního napájení a jejich spuštění je zajišťováno obsluhou pomocí místního ovládání.

Konkrétní parametry dieselagregátu závisí na jeho výkonu, který volíme v závislosti požadavků na velikost výkonu nutného pro pokrytí spotřeby zajištěného napájení.

### 2.2 Teoretický výpočet dieselagregátu

Pro vybraný generátor se sestaví křivka zatěžování, která je určena pomocí výkonu, jakým bude generátor v celém časovém horizontu zatěžován. V žádném okamžiku by neměl být překročen jeho maximální výkon.



Obr. 7 Zatěžovací křivka generátoru[7]

V případě zatížení vyvolaném připojením motorů se odebíraný výkon určí nikoliv pomocí rovnice pro výpočet příkonu v ustáleném stavu, ale pomocí rovnice respektující záběrné proudy spuštěných motorů. Tato rovnice pak nabývá tvaru:

$$P_{\text{dyn}} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z \quad [7] \quad [2.1]$$

$U_N$  - jmenovité napětí pohonu

$I_Z$  - záběrný proud pohonu

$\cos \varphi_Z$  - účinník při rozběhu pohonu

Pokud je v nějakém časovém intervalu zjištěno překročení jmenovitého výkonu, je zapotřebí určit, o jak velké přetížení se bude jednat. Většina dieselagregátů totiž umožňuje přetížení o 10% ve dvanáctihodinových intervalech, ale maximálně 1 hodinu nepřetržitě. To znamená, že jednu hodinu můžeme dieselagregát zatěžovat na celkem 110% jmenovitého výkonu a poté musíme 12 hodin udržet výkon pod hodnotou maximálního stálého výkonu, nebo 10 minut na 110% jmenovitého výkonu a pak 2 hodiny pod hodnotou maximálního stálého výkonu dieselagregátu.

Pokud by přetížení překročilo tyto hranice, musíme vybrat dieselagregát o větším výkonu, nebo musí být provedena taková opatření při rozběhu pohonů, kterými snížíme jejich záběrný proud a tím jejich odebíraný výkon. Toto řešení umožňuje například softstartér nebo použití frekvenčního měniče, čímž lze snížit počáteční odebíraný výkon až na hodnotu výkonu jmenovitého.[7]

Na všech shazovacích vozech na povrchovém dole však ani jeden způsob snížení počátečního odebíraného výkonu nepřipadá v úvahu, protože jsou dieselagregáty nasazovány na

stávající zařízení, které je již v provozu i desítky let a tehdejší technologie ještě nevyužívala frekvenční měniče.

Způsob výpočtu výkonu záložního zdroje spočívá na základě součtového výkonu všech spotřebičů. Tomu se blíže věnuji v kapitole 3.

## **2.3 Rozdělení agregátů**

V praxi se používá obecnější název **agregát**. Podle typu použitého motoru a použité pohonné látky se rozdělují na benzinový agregát a naftový (diesellový) agregát. Podle konstrukčního provedení se agregáty rozdělují na mobilní a stacionární.[6]

## **2.4 Využití agregátů**

Využití agregátů v praxi je velmi široké. Používají se jako zdroje elektrické energie v místech, kde není k dispozici rozvodná síť nebo v případě výpadku sítě. Typickým příkladem jsou malé mobilní nebo přenosné benzinové agregáty, které jsou využívány v místech bez elektrických přípojek (na stavbách, v zahrádkářských koloniích, atd.)

Diesellové mobilní agregáty jsou používány na koncertech nebo festivalech pro napájení zvukové a světelné aparatury nebo při natáčení filmů v terénu.

Důležitější je však využití agregátů jako záložních zdrojů pro zajištění nepřetržité dodávky elektrické energie v místech, kde by výpadek dodávky mohl způsobit škody na zdraví lidí, na majetku nebo v ekonomice v důležitých výrobních procesech. Jedná se zejména o zajištění záložního napájení provozu nemocnic, důležitých datových serverů, v dopravě a telekomunikacích (zejména zajištění napájení dopravních a telekomunikačních dispečinků, k napájení mytných bran na dálnicích), ve vojenství (protiraketová obrana, raketové vojsko, vojenské letectví).[6]

## **2.5 Využití agregátů na povrchových dolech**

Na povrchových dolech jsou používány stacionární i mobilní dieselloagregáty. Mobilní dieselloagregáty jsou používány zejména jako zdroje elektrické energie pro vulkanizéry při lepení a spojování dopravníkových pásů na dálkových pasových dopravnících v místech, kde nelze zajistit elektrickou energii ze stanic dálkové pasové dopravy, k napájení kabelových vozů, které nemají transformátor vlastní spotřeby ani stacionární dieselloagregát, k napájení transportních vozů, které slouží k přepravě stanic DPD na velké vzdálenosti a které nemají svůj vlastní krátký systém. Stacionárními dieselloagregáty jsou postupně osazovány dobývací velkstroje a shazovací vozy.

## **3. Popis zapojení shazovacího vozu a analýza spotřeb**

### **3.1 Celkový popis rozvodu elektrické energie na shazovacím voze**

Shazovací vůz je napájen přírodním napětím 6 kV. Trasa přívodu 6 kV již byla popsána v kapitole 1. 2. Napětí 6 kV je přivedeno do rozvodny 6 kV na hlavní vypínač 6 kV typu VD 4, 12 kV, 630 A od firmy ABB a odtud na transformátor 6/0,525 kV, 630 kVA (tzv. silový) a transformátor 6000/230 V, 63 kVA (ovládací). Za hlavním vypínačem je napětí 6 kV vedeno sběrnicemi do polí, ve kterých jsou umístěny 2 vakuové stykače pro spouštění pohonů vynášecího pásku. Vakuové stykače jsou typu VRC7, 7,2 kV, 450 A. Výrobce je také firma ABB. V rozvodně 6 kV je také umístěno pole s nadproudovými ochranami a pole s nezbytným měřením. Z toho vyplývá, že pohon vynášecího pásku je tvořen dvěma motory. Jedná se o asynchronní motory s kroužkovou kotvou na napětí 6 kV o výkonu 315 kW. Každý motor je spouštěn pomocí rotorového spouštěče typu MSR 2, který má 12 odporových stupňů. Vynášecí pásek lze spolehlivě provozovat i pouze s jedním pohonem.

Napětí 500 V je přivedeno ze sekundární strany transformátoru 6/0,5 kV do části rozvodny 500 V na vypínač 500 V, 1000 A, typu BL 1600, který byl dodán firmou OEZ. Dále je napětí vedeno sběrnicemi do jednotlivých polí přes příslušné pojistky, nadproudové ochrany a stykače k jednotlivým pohonům shazovacího vozu.

Dva rozvaděče v rozvodně jsou osazeny řídicím systémem firmy ZAT, dva rozvaděče jsou světelné.

Nejdůležitějšími pohony 500 V na shazovacím voze jsou:

- Pojezd shazovacího vozu
- Otoč vynášecího pásku
- Zdvih vynášecího pásku
- Zdvih náběžníku
- Natáčení housenicových podvozků

Další pohony 500 V zajišťující provoz a správnou funkci shazovacího vozu jsou:

- Napínání vynášecího pásku
- Regulace vynášecího pásku (otočná stolice reguluje správný chod pásku v konstrukci)
- Mazání otočných částí shazovacího vozu
- Naklápění štítů (štíty slouží k usměrnění toku těžného materiálu na pas)

Některé pohony jsou z důvodu bezpečnosti a také správné funkce vybaveny elektrohydraulickou brzdou. Jedná se o otoč a zdvih vynášecího pásku, zdvih náběžníku a pojezd shazovacího vozu. Elektrohydraulické brzdy jsou rovněž napájeny napětím 500 V.



Koncové polohy pohybů jednotlivých částí shazovacího vozu jsou jistěny koncovými vypínači. Koncové vypínače jsou provozní a bezpečnostní. Provozní koncový vypínač vypíná pouze ovládací obvod daného pohybu, bezpečnostní koncový vypínač pak vypíná silový obvod pro daný pohyb.

### **3.2 Popis zapojení pohonů pojezdu a natáčení podvozků shazovacího vozu**

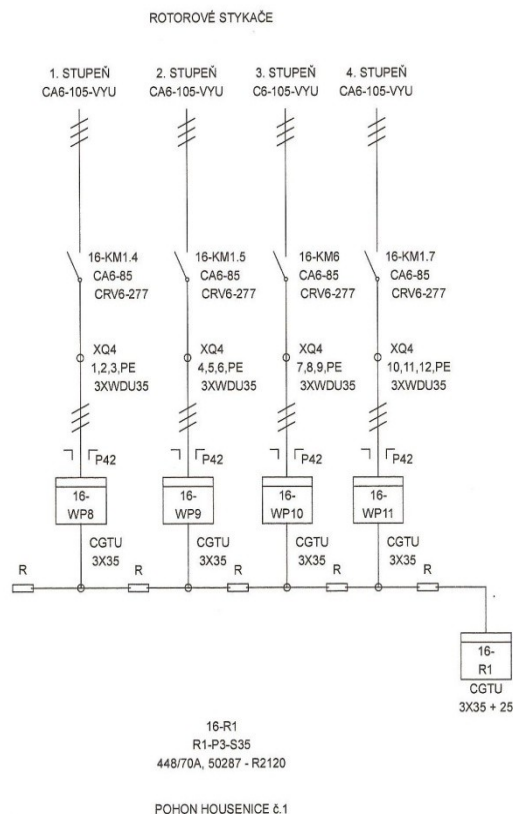
Pojezd shazovacího vozu je zajištěn čtyřmi housenicovými podvozky.



Obr. 8 Housenicový podvozek shazovacího vozu SVH 2250

Každý housenicový podvozek shazovacího vozu je osazen motorem a převodovkou pojezdu příslušného podvozku s elektrohydraulickou brzdou, motorem mazání převodovky a motorem a převodovkou natáčení.





Obr. 10 Silové zapojení rotorového odporníku pojezdového motoru [5]

### 3.3 Analýza spotřeb pojezdu shazovacího vozu

V této kapitole se budu zabývat pouze analýzou spotřeb pojezdu shazovacího vozu, neboť důvodem montáže dieselagregátu jako náhradního zdroje na shazovací vůz je právě pojezd shazovacího vozu, neboť k přesunutí shazovacího vozu do nového postavení nelze využít stávající napájení ze zakladače. Ostatními pohony 500 V na shazovacím voze se při analýze spotřeb nebudu zabývat, protože nejsou při přestavbách pasových dopravníků používány a proto nebudou dieselagregát zatěžovat. Stejně tak neuvažuji s pohony vynášecího pásu, protože je technologický celek při přestavbě odstaven a vynášecí pásek je tedy mimo provoz.

Pro určení spotřeby jsou rozhodující pouze pohony na housenicovém podvozku, tedy pojezdový motor, motor natáčení, motor mazání převodovky pojezdu a elektrohydraulická brzda. Jelikož shazovací vůz má 4 housenicové podvozky, bude výsledné zatížení dieselagregátu 4 krát vyšší. Dalším důležitým zatížením uvažovaného dieselagregátu bude ovládací transformátor 500/3×230 V o výkonu 31,5 kVA.[2]

Z kapitoly 3.2, která popisuje pohony na podvozku shazovacího vozu a ze silového zapojení těchto pohonů (obr. 9), je zřejmé, že dominantní postavení při analýze spotřeb bude mít pojezdový motor, který má jmenovitý výkon 55 kW a ovládací transformátor o výkonu 31,5 kVA. Motor natáčení podvozku shazovacího vozu má jmenovitý výkon 22 kW, ale po dobu pojezdu je využíván jen krátce k natočení podvozku. Motor mazání převodovky pojezdu a elektrohydraulická brzda jsou tak malého výkonu, že na výpočet zatížení dieselagregátu budou mít jen velmi malý vliv.

U jednotlivých spotřebičů provedu výpočet dynamického zatížení, což představuje příkon při rozběhu daného motoru. K tomuto výpočtu použiji vztah [2.1]

$$P_{dyn} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z$$

$U_N$  - jmenovité napětí pohonu

$I_Z$  - záběrný proud pohonu

$\cos \varphi_Z$  - účinník při rozběhu pohonu

U asynchronních motorů s kotvou nakrátko uvažuji s rozběhovým proudem o velikosti 4 - 7 násobku proudu jmenovitého, pro výpočty volím hodnotu  $I_Z = 5 \times I_N$ ,  $\cos \varphi_Z = 0,3$  [7]

U asynchronních motorů s kroužkovou kotvou jsem zvolil rozběhový proud o velikosti 2,5 násobku jmenovitého proudu,  $\cos \varphi_Z = 0,4$  [7]

$\cos \varphi$  je jmenovitý účinník, nabývá hodnot 0,7 – 0,95 podle konstrukce motoru a jeho zatížení, pro mé výpočty volím hodnotu  $\cos \varphi = 0,9$ . [7]

### 3.3.1 Výpočet dynamického zatížení jednotlivých motorů podvozku

Motor pojezdu housenicového podvozku

Určím jmenovitý proud: 
$$I_N = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{55 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,9} = 70,56 A$$

Hodnota  $P_{dyn}$ : 
$$P_{dyn} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z = \sqrt{3} \cdot 500 \cdot 2,5 \cdot 70,56 \cdot 0,4 = 61,1 kW$$

Motor natáčení housenicového podvozku

Určím jmenovitý proud: 
$$I_N = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{22 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,9} = 28,23 A$$

Hodnota  $P_{dyn}$ :

$$P_{dyn} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z = \sqrt{3} \cdot 500 \cdot 5 \cdot 28,23 \cdot 0,3 = 36,7 kW$$

Transformátor 500/3×230 V o výkonu  $S_N = 31,5 \text{ kVA}$

Hodnota P:  $P = S_N \cdot \cos \varphi = 31,5 \cdot 10^3 \cdot 0,9 = 28,35 \text{ kW}$

Další motory housenicového podvozku jsou tak malého výkonu, že na zatížení dieselaagregátu nebudou mít téměř žádný vliv. Jedná se o elektrohydraulickou brzdu o výkonu 0,5 kW a motor mazání převodovky pojezdu o výkonu 0,75 kW. Pro úplnost i u těchto dvou motorů vypočítám dynamické zatížení.

Motor mazání převodovky pojezdu

Určím jmenovitý proud:  $I_N = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{0,75 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,9} = 0,96 \text{ A}$

Hodnota  $P_{dyn}$ :  $P_{dyn} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z = \sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,96 \cdot 0,3 = 1,25 \text{ kW}$

Elektrohydraulická brzda pohonu pojezdu

Určím jmenovitý proud:  $I_N = \frac{P_n}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot \cos \varphi} = \frac{0,5 \cdot 10^3}{\sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,9} = 0,64 \text{ A}$

Hodnota  $P_{dyn}$ :  $P_{dyn} = \sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_Z \cdot \cos \varphi_Z = \sqrt{3} \cdot 500 \cdot 0,64 \cdot 0,3 = 0,83 \text{ kW}$

**Součet dynamického zatížení jednoho housenicového podvozku:**

$$P_{dyn} = 61,1 + 36,7 + 1,25 + 0,83 = 99,88 \text{ kW}$$

**Dynamické zatížení pojezdu shazovacího vozu:**

Pojezd shazovacího vozu je zajištěn čtyřmi housenicovými podvozky. Výsledné dynamické zatížení se tedy 4 × zvětší a dále se přičte výkon transformátoru.

$$P_{dyn} = 4 \cdot 99,88 + 28,35 = 427,87 \text{ kW}$$

Pro přehlednost uvádím zadané a vypočítané hodnoty pro pohony jednoho housenicového podvozku shazovacího vozu v tabulce:

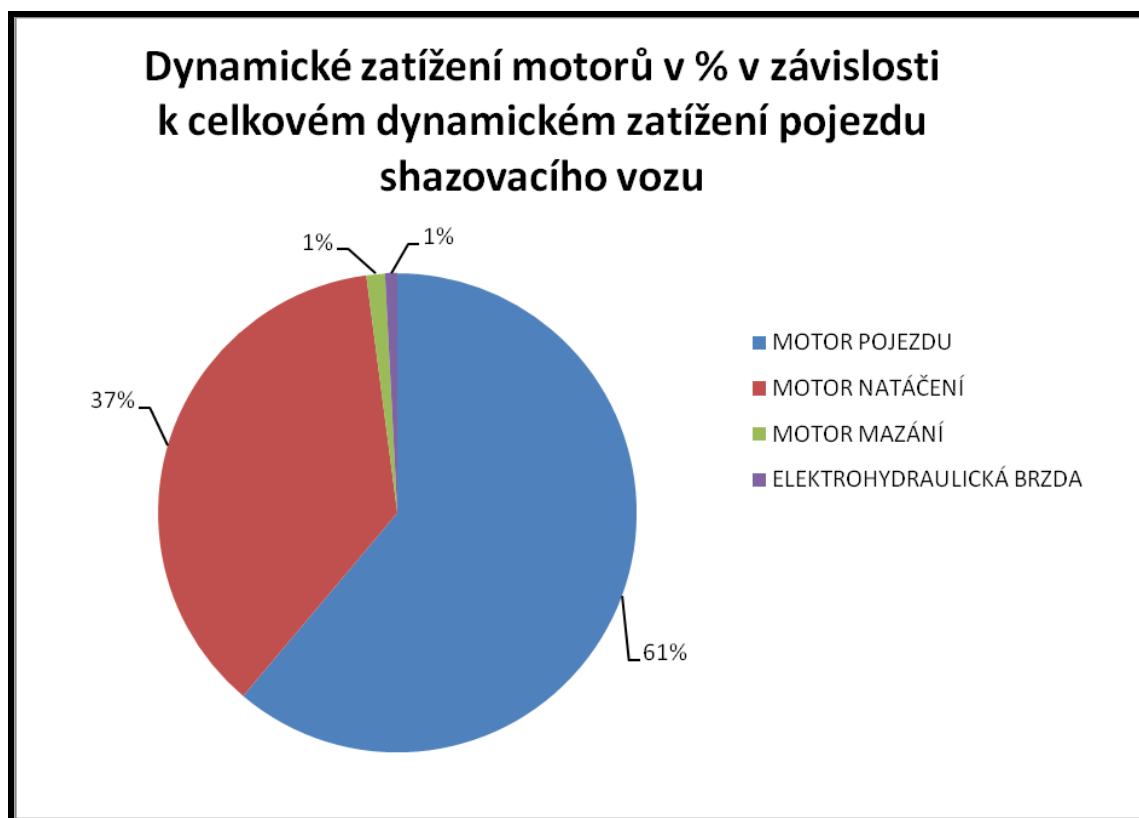
NÁZEV POHONU	$P_N$ (kW)	$U_N$ (V)	$I_N$ (A)	$P_{dyn}$ (kW)	$\cos \varphi_Z$ (-)	POČET KUSŮ
MOTOR POJEZDU	55	500	70,56	61,1	0,4	4
MOTOR NATÁČENÍ	22	500	28,23	36,7	0,3	4
MOTOR MAZÁNÍ	0,75	500	0,96	1,25	0,3	4
ELEKTROHYDRAULICKÁ BRZDA	0,5	500	0,64	0,83	0,3	4

Tab. 1 Zadané a vypočítané hodnoty pro pohony jednoho housenicového podvozku

Pojezd shazovacího vozu bude při rozjezdu zatěžovat dieselagregát hodnotou  $P_{dyn} = 427,87$  kW. To je však hodnota, s kterou je možno uvažovat jen při současném spuštění pojezdu shazovacího vozu a natáčení housenicových podvozků shazovacího vozu. V praxi tento případ však nastává jen zcela výjimečně, neboť téměř vždy se spouští nejdříve pojezd shazovacího vozu a po určité době natáčení podvozků. Ve výpočtech jsem se zaměřil na variantu současného spuštění obou pohonů, tedy variantu, při které dojde k největšímu zatížení navrhovaného dieselagregátu.



Následující graf ukazuje podíl dynamických výkonů jednotlivých motorů na housenicovém podvozku k celkovému dynamickému zatížení jednoho housenicového podvozku při současném zapnutí pojezdu shazovacího vozu a natáčení podvozku shazovacího vozu. Z grafu je patrné, že vliv motoru mazání převodovky pojezdu a elektrohydraulické brzdy je minimální.



Graf 1 Podíl dynamického zatížení jednotlivých motorů podvozku shazovacího vozu na celkovém dynamickém zatížení housenicového podvozku

## **4. Možnosti technického řešení náhradního napájení shazovacího vozu**

### **4.1 Náhradní napájení pomocí kabelového vozu**

Prvním ze způsobů, jak vyřešit náhradní napájení shazovacího vozu, je připojení kabelového vozu do jedné z přírodních skříní 6 kV, umístěné na podvozku shazovacího vozu.

Po nezbytném vypsání „B” příkazu dojde k silovému zajištění v kiosku K3K. Poté se odpojí kabelový prověš, určený pro stabilní napájení shazovacího vozu ze zakladače. Konce kabelů 6 kV se zkratují a uzemní v odpojovací skříní umístěné na shazovacím voze. Tím se zajistí, že na odpojené straně kabelů 6 kV se neobjeví napětí po připojení kabelového vozu. Napájecí trasa určená pro napájení zakladače se v určitém k tomu vhodném místě rozdělí pomocí dvou kabelových vozů na dvě paralelní napájecí trasy. Jeden kabelový vůz zůstane pro napájení zakladače, druhým kabelovým vozem je napájen shazovací vůz. Shazovací vůz se s kabelovým vozem propojí kabelem 6 kV.

Jelikož jsou při odpojení kabelového prověsu od zakladače odpojeny i ovládací kabely, kterými jsou ovládány veškeré pohyby shazovacího vozu, je třeba přepnout v kabině obsluhy ovládání shazovacího vozu na místní ovládání a veškeré pohyby poté ovládá obsluha shazovacího vozu. Shazovací vůz se tak stane samostatným zařízením nezávislým na zakladači.

#### **4.1.1 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí kabelového vozu**

Velkou výhodou tohoto řešení je to, že přivedené náhradní napájení je zcela rovnocenné jako standardní napájení ze zakladače a dává nám i možnost spuštění pohonů pásku z místního ovládání bez závislosti na provozu ostatních pohonů shazovacího vozu. Proto se tento způsob volí tehdy, když je dopředu známo, že při odstávce technologického celku bude nejen přestavba pasových dopravníků, ale zároveň i nutná oprava nebo preventivní údržba na vynášecím pásku shazovacího vozu, při které bude zapotřebí spouštět hlavní pohony vynášecího pásku (například oprava či výměna gumového pásma). Shazovací vůz je zcela nezávislý na zakladači a transportní vzdálenost, které může shazovací vůz při případné přestavbě pasového dopravníku dosáhnout, je omezená pouze délkou kabelu 6 kV na kabelovém voze (až 1,5 km).

Nevýhodou tohoto řešení je značná technická a časová náročnost při přípravě a provádění tohoto řešení. Další nevýhodou tohoto řešení je to, že každý zakladač včetně shazovacího vozu má pro své napájení jen omezený počet kabelových vozů, a proto je tento způsob řešení možný jen tehdy, pokud se zakladač se shazovacím vozem nachází v takové vzdálenosti od napájecí TSN stanice, že je možné jeden kabelový vůz vyřadit z napájecí trasy a použít jej pro náhradní napájení shazovacího vozu.

## **4.2 Náhradní napájení pomocí vlečného kabelu 6 kV**

Pro tento způsob řešení náhradního napájení je připraven vlečný kabel 6 kV typu CHCU o průřezu  $3 \times 35 \text{ mm}^2 + 3 \times 16 \text{ mm}^2$  a délce 150 m, který je nabalen na cívce.

Nejdříve se určí napájecí místo, z kterého se bude shazovací vůz napájet. Takovým místem může být volný vývod na poháněcí stanici DPD, připojovací skříň 6 kV na zakladači nebo připojovací skříň 6 kV na kabelovém voze. Po odpojení kabelového prověsu od zakladače (postup jsem popsal v kapitole 4.1) se vlečný kabel rozbálí od zvoleného napájecího bodu k připojovací skříni 6 kV umístěné na podvozku shazovacího vozu a oba konce se zapojí. Po nezbytném nafázování přivedeného napětí, se přepne způsob ovládání do kabiny obsluhy shazovacího vozu a shazovací vůz je připraven k transportu.

### **4.2.1 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí vlečného kabelu 6 kV**

Výhodou takového způsobu řešení náhradního napájení pro shazovací vůz je přivedené napětí 6 kV a také technická i časová nenáročnost při přípravě a provedení tohoto řešení.

Vzhledem k použitému průřezu vlečného kabelu však dochází k omezenému používání pohonů na shazovacím voze. Nelze tedy zároveň používat například pojezd shazovacího vozu a zároveň spouštět hlavní pohony vynášecího pásu. Vlečný kabel by tak byl příliš proudově zatížen a došlo by k jeho poškození. Další nevýhodou je i délka vlečného kabelu. Akční radius pojezdu shazovacího vozu je velmi omezen (max 300 m). Ne vždy se také ve vhodné vzdálenosti od shazovacího vozu nachází volné napájecí místo.

## **4.3 Náhradní napájení pomocí dieselagregátu**

Jelikož v posledních letech rostl tlak na maximální časové využití dobývacích zařízení a tím růst efektivity využití těchto zařízení a většina odstávek technologického celku je z důvodů přestaveb dálkových pasových dopravníků, hledal se způsob na co největší časové zkrácení těchto přestaveb. Pro urychlení přestavby pasového dopravníku na základací straně technologického celku bylo pro transport shazovacího vozu zvoleno náhradní napájení pojezdu shazovacího vozu pomocí dieselagregátu.

### **4.3.1 Volba dieselagregátu**

Pro shazovací vůz SVH 2250 byl podle výše uvedených spotřeb (kap. 3.3) a s ohledem na určitou výkonovou rezervu vybrán dieselagregát Caterpillar GEP 550 – 2.[2]

#### 4.3.2 Popis dieselagregátu GEP 550 – 2

Jedná se o stacionární kapotovaný dieselagregát.[2]



Obr. 11 Dieselagregát GEP 550 – 2



Obr. 12 Motor a agregát GEP 550 – 2

Dieselagregát slouží jako zdroj 500 V, 50 Hz. Je zdrojem konstantního výkonu s rychlou regulací napětí během 3 vteřin. Dieselagregát je vybaven baterií 24 V DC s vlastním nabíječem, která slouží k nastartování motoru. Nabíjecí zařízení baterie je dodáváno jako pomocné zařízení k dieselagregátu. Vyžaduje přívod 230 V, 16 A. Spínání a řízení nabíjecího procesu si provádí automat dieselu autonomně. Automat dieselu provádí monitoring stavu baterie a zprávu o stavu baterie vydává na displej ovládacího panelu. Dalším pomocným zařízením dieselagregátu je temperování (předehřev). Spínání a řízení topných těles si také automat dieselagregátu provádí autonomně podle teploty okolí.

Agregát je opatřen asynchronním generátorem s vlastní kompenzací. Soustava  $3 \times 500$  V je opatřena hlídáním izolačního stavu připojené sítě v rozvodně shazovacího vozu. Generátor i připojená síť jsou jištěny na sekundární straně generátoru výkonovým jističem. Spínání jističe je ruční.

Agregát je spouštěn a zastavován ručně tlačítky z ovládacího a manipulačního panelu dieselu. Na ovládacím panelu je umístěna i signalizace provozních a poruchových stavů dieselagregátu.[2]



Obr. 13 Ovládací panel dieselagregátu



#### 4.3.3 Montáž a připojení dieselagregátu na stávající rozvod shazovacího vozu

Pro montáž dieselagregátu bylo jako jediné vhodné místo vybráno místo za rozvodnou, v které jsou umístěny transformátory. Vzhledem k hmotnosti dieselagregátu (6,5 t s plnou nádrží) bylo nutné před samotnou montáží upravit konstrukci přidáním několika nosníků. Pro přístup obsluhy byly okolo dieselagregátu zhotoveny nové pochůzkové trasy.[2]

K propojení vývodu 500 V z dieselagregátu s přívodním polem 500 V v rozvodně shazovacího vozu byly použity 3 kabely typu 1CHBU  $1 \times 240 \text{ mm}^2$  a 1 kabel 1CYA  $1 \times 35\text{-PE}$ . Kabely jsou uloženy v kabelové lávce vedoucí pod rozvodnou. Pro zajištění ovládacího napětí při provozu shazovacího vozu z dieselagregátu byl do rozvodny s transformátory přidán transformátor 500 /  $3 \times 230 \text{ V}$  o výkonu 31,5 kVA s jmenovitým proudem  $I_n = 80 \text{ A}$ . K přívodu 500 V na primární vinutí transformátoru byl použit kabel typu H07RN – F  $4 \times 6 \text{ mm}^2$ , napětí 230 V ze sekundárního vinutí transformátoru je do přívodního rozvaděče 230 V v rozvodně vedeno kabelem typu H07RN – F  $4 \times 25 \text{ mm}^2$ . [2]

Jelikož bylo nutné zajistit oddělení přívodního napětí 500 V ze silového transformátoru shazovacího vozu a přívodního napětí 500 V z dieselagregátu, byl v přívodním poli rozvaděče 500 V nainstalován přepínač typu OT800 – 800 A od firmy ABB s ručním přepínáním obou přívodů : Napájení 500 V z TR – Vypnuto – Napájení 500 V z diesel.[2]

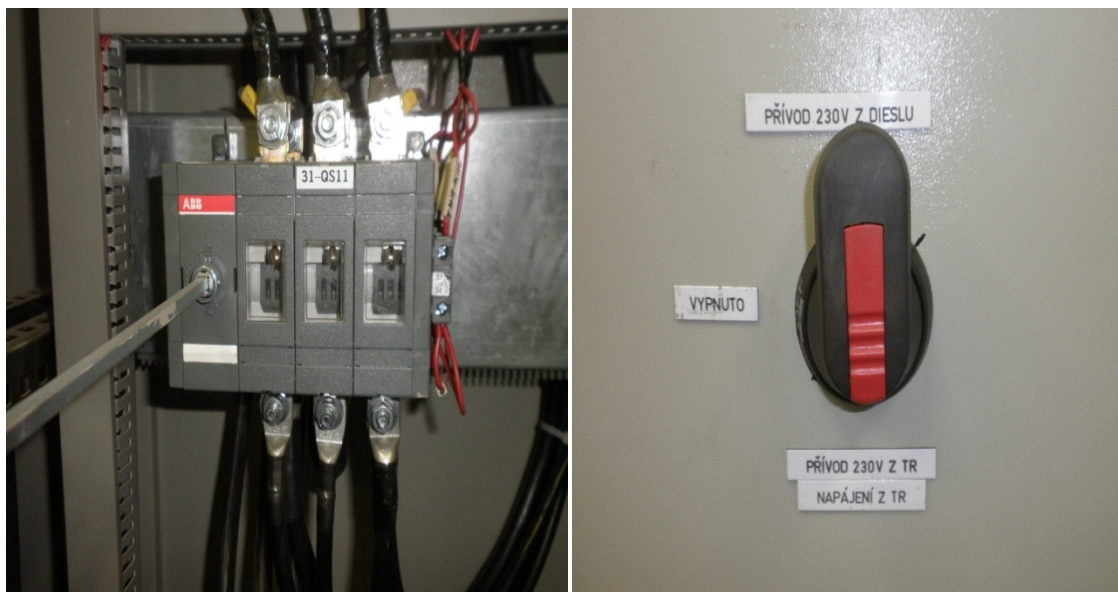
Rozvaděč byl doplněn o optickou signalizaci, která ukazuje, z kterého přívodu je rozvodna 500 V napájena.



Obr. 14 Přepínač OT800 s ručním ovládáním pro přepínání napětí 500 V



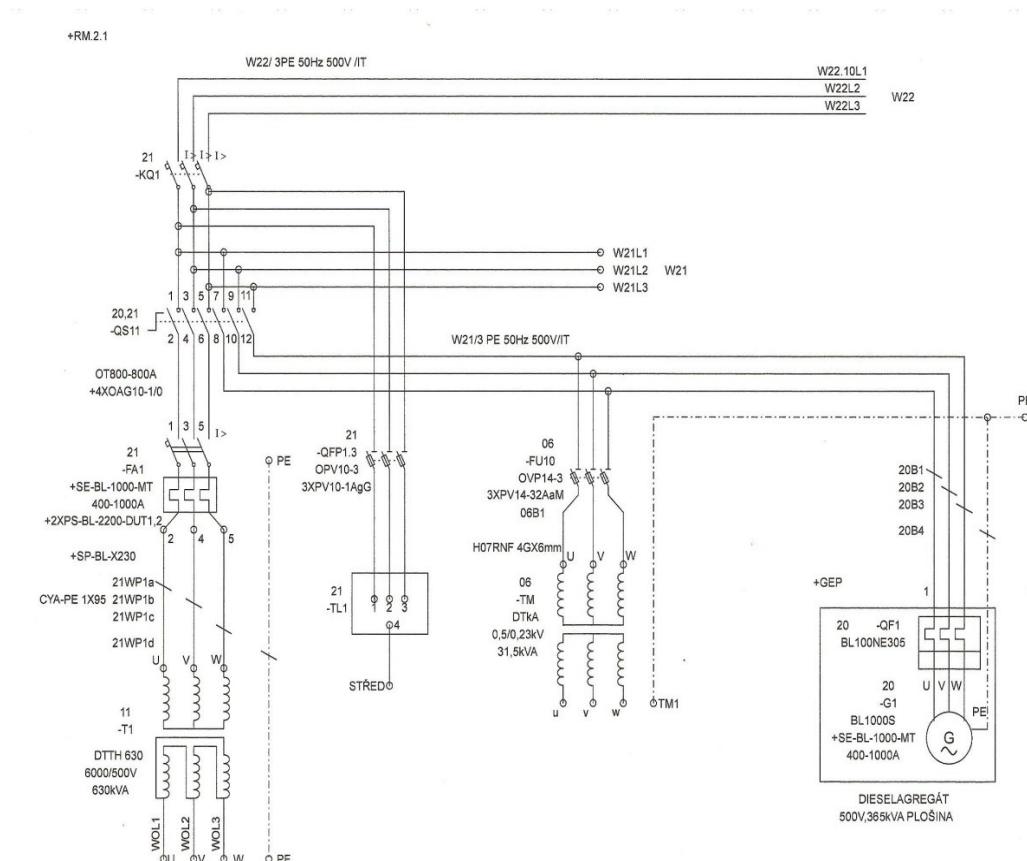
Pro oddělení ovládacích napětí 230 V byl v přívodním poli rozvaděče 230 V instalován přepínač typu OT160 – 160 A od firmy ABB s ručním přepínáním obou přívodů : Přívod 230 V z TR – Vypnuto – Přívod 230 V z diesel. Stav obou přívodů je opticky signalizován na dveřích rozvaděče kontrolkami.[2]



Obr. 15 Přepínač OT160 s ručním ovládáním pro přepínání ovládacího napětí 230 V

K napájení pomocných zařízení dieselagregátu, to je nabíječ baterie a zařízení k temperování dieselagregátu, je použit přívod 230 V z rozvodny shazovacího vozu. Přívod je proveden kabelem typu H07RN – F  $3 \times 4 \text{ mm}^2$ . Obě zařízení jsou tedy v provozu, i když je dieselagregát odstaven a shazovací vůz je napájen standardně. Pokud je dieselagregát v provozu, jsou obě zařízení napájena z ovládacího napětí dieselagregátu. V případě, že je shazovací vůz dlouhodobě bez napětí například z důvodů napěťové výluky a dieselagregát není v provozu, provede se odpojení baterie bateriovým odpojovačem, jinak by docházelo k vybíjení baterie. Důvodem by byla spotřeba ovládacího panelu dieselagregátu.[2]

Následující silové schéma ukazuje připojení napětí 500 V na stávající rozvod 500 V v rozvodně na shazovacím voze.[2]



Obr. 16 Zjednodušené silové schéma připojení 500 V z dieselagregátu na stávající rozvod shazovacího vozu [2]

#### 4.3.4 Postup při zprovoznění náhradního napájení z dieselagregátu

Pokud je zvolen způsob náhradního napájení shazovacího vozu z dieselagregátu, dojde nejdříve k odpojení kabelového prověsu pro standardní napájení shazovacího vozu. Silové kabely 6 kV se zajistí v odpínací skřini na shazovacím voze pomocí odpínače a uzemňovače. Provozní elektrikář přepne v rozvodně na shazovacím voze přepínač 500 V do polohy „Přívod 500 V z dieselu“ a přepínač ovládacího napětí 230 V do polohy „Přívod 230 V z dieselu“. Pak z ovládacího panelu pomocí tlačítek nastartuje dieselagregát a na displeji ovládacího panelu zkontroluje základní hodnoty dodávaného napětí a proudu (jmenovité napětí a proud, frekvenci). Na závěr provozní elektrikář zapne výkonový jistič generátoru. Obsluha shazovacího vozu přepne pomocí přepínače volby ovládání na způsob ovládání shazovacího vozu místně.

Pojezd shazovacího vozu je tak pod napětím a shazovací vůz je připraven k transportu. Transport shazovacího vozu bude ovládán z kabiny obsluhy shazovacího vozu.

#### **4.3.5 Výhody a nevýhody náhradního napájení pomocí dieselaagregátu**

Největší výhodou tohoto systému náhradního napájení je časová a technická nenáročnost řešení. Shazovací vůz je během několika desítek minut (vše se dá zvládnout do 30 minut) připraven k transportu. Vzdálenost transportu shazovacího vozu není prakticky ničím omezena.

Nevýhodou je, že toto náhradní napájení lze použít jen pro pohony 500 V. Pohony vynášecího pásu nelze spustit, neboť jeho motory jsou na napětí 6 kV.

### **4.4 Porovnání jednotlivých variant náhradního napájení shazovacího vozu**

Jednotlivé varianty náhradního napájení shazovacího vozu je poměrně složité porovnávat. Kdybych porovnával jednotlivé varianty například podle pořizovací ceny, jednoznačně nejdražší variantou se jeví varianta napájení pomocí dieselaagregátu. Pořizovací cena i s montáží, kterou prováděla externí firma, je okolo 4 milionů Kč, zatímco pořizovací cena vlečného kabelu 6 kV činí zhruba 150 tisíc Kč.

Jelikož je v dnešní době kladen maximální důraz na efektivní využívání jednotlivých velkostí na povrchovém dole, zaměřil jsem se na porovnání jednotlivých variant náhradního napájení shazovacího vozu podle časového parametru, to znamená na maximální zkrácení odstávky technologického celku z důvodu přestavby pasového dopravníku a podle náročnosti na obsluhu při přípravě jednotlivých variant.

Pokud porovnáám dobu přípravy jednotlivých variant náhradního napájení shazovacího vozu, jednoznačně nejlépe z tohoto srovnání vychází náhradní napájení pomocí dieselaagregátu. Při této variantě je shazovací vůz připraven k transportu na nové postavení při přestavbě pasového dopravníku během několika desítek minut. U varianty napájení pomocí vlečného kabelu 6 kV je doba přípravy této varianty napájení okolo 2 hodin. Příprava varianty napájení pomocí kabelového vozu je jednoznačně nejsložitější a také časově nejdelší. Příprava trvá 6 i více hodin. Je třeba si také uvědomit, že uvedené časy se zdvojnásobují, protože je nutné také počítat s dobou na zrušení náhradního napájení shazovacího vozu a připojení na standardní napojení k zakladači pomocí kabelového prověsu. Shazovací vůz je při náhradním napájení bez vazby na technologický celek, a proto je technologický celek odstaven z provozu a velkostroje tak jsou nevyužity. K tomu dojde při odpojení kabelového prověsu, kdy se odpojí nejen napájecí kabely 6 kV, ale i ovládací kabely ze zakladače na shazovací vůz. Vazba je tedy návaznost provozu jednotlivých dopravníků. Týká se dopravníků zakladače, pásu shazovacího vozu, jednotlivých pasových dopravníků, až k dopravníkům dobývacího velkostroje. Zjednodušeně, pokud se z jakéhokoli důvodu zastaví pasový dopravník na zakladači, musí zastavit všechny předchozí dopravníky až k dobývacímu velkostroji, jinak by došlo k zavalení zařízení vytěženou nadloží zeminou. Z tohoto důvodu žádný způsob náhradního napájení shazovacího vozu

neumožňuje klasický provoz technologického celku, protože při každém způsobu řešení náhradního napájení, dojde k odpojení kabelového prověsu od zakladače, a tím i odpojení ovládacího kabelu vazby. O to větší důraz je kladen na maximální zkrácení odstávek technologického celku z důvodu přestavby některého pasového dopravníku.

Pokud porovnáme jednotlivé varianty náhradních napájení z hlediska nároků na obsluhu při přípravě jednotlivých variant, i zde vychází nejvýhodněji varianta náhradního napájení pomocí dieselagregátu. Na odpojení kabelového prověsu stačí dva provozní elektrikáři a obsluha shazovacího vozu. Jeden z provozních elektrikářů po odpojení kabelového prověsu obsluhuje dieselagregát, obsluha shazovacího vozu pak obsluhuje pojezd shazovacího vozu. Na přípravě ostatních variant náhradního napájení se podílí více pracovníků z důvodu velmi fyzicky náročné práce (přemísťování kabelů 6 kV, transport kabelových vozů).

## **Závěr**

Povrchový uhelný důl Bílina je velmi rozsáhlé pracoviště s velkým počtem složitých technických zařízení od dobývacích velkostrojů, přes poháněcí stanice dálkových pasových dopravníků, až po shazovací vozy a zakladače. Všechna tato zařízení jsou napájena napětím 6 kV nebo 35 kV. Při odstávkách technologických celků ať už z důvodů preventivních oprav, generálních oprav, z důvodu beznapěťového stavu nebo odstávek způsobených přestavbou dálkových pasových dopravníků je v mnohých případech nutné připojit odstavené zařízení na náhradní napájení.

Jelikož pracuji na povrchovém dole Bílina již 27 let jako provozní elektrikář zakladače, pod který spadá také údržba a odstraňování poruch na přiřazeném shazovacím voze, zabýval jsem se v této bakalářské práci způsoby náhradního napájení shazovacího vozu, a to shazovacího vozu typu SVH 2250. V kapitole č. 1 popisuji funkci shazovacího vozu a jeho napájení. V bakalářské práci popisuji možnosti technického řešení náhradního napájení shazovacího vozu a také konečné řešení náhradního napájení pojezdu shazovacího vozu v případě odstávky technologického celku z důvodu přestavby dálkového pasového dopravníku. Jako konečné řešení vedoucí k maximálnímu časovému zkrácení odstávek bylo zvoleno náhradní napájení pomocí dieselagregátu. V kapitole č. 3.3 jsem provedl analýzu spotřeb pojezdu shazovacího vozu SVH 2250. Na základě podobné analýzy spotřeb, kterou zpracovávala odborná firma, byl vybrán dieselagregát typu Caterpillar GEP 550 – 2.[2]

V dnešní době roste důraz na maximální časové využití všech velkostrojů a ostatních zařízení. To znamená důraz na maximální zkrácení všech odstávek. Proto jsem v kapitole č. 4.3.6 porovnal výhody a nevýhody všech popisovaných metod náhradního napájení shazovacího vozu. Jednoznačně nejvýhodněji vychází varianta náhradního napájení shazovacího vozu pomocí dieselagregátu. V tomto případě odstávka technologického celku trvá 24 hodin. Při ostatních variantách náhradního napájení se odstávka způsobená přestavbou dálkového pasového dopravníků prodlužuje o několik hodin, někdy i dnů a tím klesá časové využití velkostrojů na povrchovém dole.



## Seznam použité literatury

- [1] DOLY BÍLINA. *Rozvody VN,intranet SDAS,doly Bílina: Napájení SV 2250.* aktualizované.
- [2] ELEKTROPRIM- KOUTNÍK, a. s. *Dodávka a montáž dieselagregátů na shazovací vozy SV 2250 a SV 196: projekt.* 2010
- [3] NOEN A. S.PRAHA. *Návod k používání SVH 2250: Bezpečnostní a provozní předpisy pro provoz, obsluhu a údržbu.* Chrudim, srpen 2004.
- [4] PRODECO. *Technická zpráva a návod na spuštění: Napájení shazovacího vozu SVH 2250 ze zakladače ZP 5500.5.* 09/2004.
- [5] PRVNÍ ELEKTRO. *Rozvodna RSV 2- 6/ PE pro SV 2250: silová a ovládací schémata.* 30. 6. 2004.

## Elektronické zdroje

- [6] Motorgenerátor se spalovacím motorem [online]. [cit. 2011-11-28]. Dostupný z WWW:  
[http://cs.wikipedia.org/wiki/Motorgener%C3%A1tor\\_se\\_spalovac%C3%ADm\\_motorem](http://cs.wikipedia.org/wiki/Motorgener%C3%A1tor_se_spalovac%C3%ADm_motorem)
- [7] Zajištění napájení vlastní spotřeby parní elektrárny [online]. [cit. 2011-12-5]. Dostupný z WWW:  
[http://www.vutbr.cz/www\\_base/zav\\_prace\\_soubor\\_verejne.php?file\\_id=16191](http://www.vutbr.cz/www_base/zav_prace_soubor_verejne.php?file_id=16191)

## Seznam obrázků

Obr. 1 Celkový pohled na shazovací vůz typu SVH 2250 (1- náběžníková část, 2- hlavní smyčková část, 3- vynášecí pásek s protizávažím, 4- housenicové podvozky)	3
Obr. 2 Blokové schéma napájení základací části technologického celku	4
Obr. 3 Kabelový vůz 6 kV	5
Obr. 4 Sériově zapojené kabelové vozy	7
Obr. 5 Napájení shazovacího vozu ze zakladače pomocí kabelového prověsu	8
Obr. 6 Připojovací skříň 6 kV pro připojení náhradního napájení pomocí kabelu 6 kV	9
Obr. 7 Zatěžovací křivka generátoru	11
Obr. 8 Housenicový podvozek shazovacího vozu SVH 2250	14
Obr. 9 Silové zapojení jednoho podvozku SVH 2250	15
Obr. 10 Silové zapojení rotorového odporníku pojezdového motoru	16
Obr. 11 Dieselagregát GEP 550 – 2	23
Obr. 12 Motor a agregát GEP 550 – 2	23
Obr. 13 Ovládací panel dieselagregátu	24
Obr. 14 Přepínač OT800 s ručním ovládáním pro přepínání napětí 500 V	25
Obr. 15 Přepínač OT160 s ručním ovládáním pro přepínání ovládacího napětí 230 V	26
Obr. 16 Zjednodušené silové schéma připojení 500 V z dieselagregátu na stávající rozvod shazovacího vozu	27

## Seznam grafů

Graf 1. Podíl dynamického zatížení jednotlivých motorů podvozku shazovacího vozu na celkovém dynamickém zatížení housenicového podvozku

## Seznam tabulek

Tab. 1. Zadané a vypočítané hodnoty pro pohony jednoho housenicového podvozku